

# 航空工程专业留学生塑性理论课程 教学改革与探索

官雪\*, 王共冬, 岳玉梅, 姬书得, 曲学军

沈阳航空航天大学, 航空宇航学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2022年10月10日; 录用日期: 2022年11月8日; 发布日期: 2022年11月15日

---

## 摘要

随着经济全球化的发展, 大量留学生来华留学, 但受新冠疫情的影响, 来华留学生的教学模式主要以线上教学为主, 这对塑性理论课程教学提出了新的要求和挑战。本文针对塑性理论课程, 课程公式繁多、概念抽象、推导过程复杂的特点, 以及线上教学存在的师生交流困难、时差和网络延迟等问题, 开展了留学生全英文塑性理论课程的教学内容、方法和考核的改革, 采用增加工程实践案例、虚拟仿真视频等方式提高了教学效果, 增强了来华留学生的综合素质和能力。

## 关键词

塑性理论, 留学生, 可视化, 工程实践

---

# Teaching Reform and Investigation of Theory of Plasticity Course for International Students in Aviation Engineering Major

Xue Gong\*, Gongdong Wang, Yumei Yue, Shude Ji, Xuejun Qu

College of Aerospace Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Oct. 10<sup>th</sup>, 2022; accepted: Nov. 8<sup>th</sup>, 2022; published: Nov. 15<sup>th</sup>, 2022

---

## Abstract

With the development of economic globalization, a large number of international students have come to China to study. The teaching mode of international students is mainly online teaching due

\*通讯作者。

文章引用: 官雪, 王共冬, 岳玉梅, 姬书得, 曲学军. 航空工程专业留学生塑性理论课程教学改革与探索[J]. 教育进展, 2022, 12(11): 4461-4466. DOI: 10.12677/ae.2022.1211683

to the effect of COVID-19. Online teaching puts forward new requirements and challenges to the theory of plasticity course. For the theory of plasticity course, it possesses the characteristics of many formulas, abstract concepts and complex derivations. In addition, there are difficulties in communication between teachers and students, time lag and network lag in online teaching. In order to improve the teaching quality, we have carried out the reform of teaching content, means and assessment. The teaching effect has been improved by adding engineering practice cases and virtual simulation videos. As a result, the comprehensive quality and ability of international students in China are enhanced.

## Keywords

Theory of Plasticity, International Students, Visualization, Engineering Practice

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着经济全球化的发展,我国对外高等教育水平不断提高,越来越多的留学生选择来华留学。在此背景下,沈阳航空航天大学在2000年创建了国际教育学院,并于同年6月开始留学生招生工作。为了提高我校留学生教学质量与水平,国际教育学院定期组织相关教师前往国内外高校进行学习和培训。航空工程是我校招收留学生的特色专业,也是每年留学生人数最多的专业。目前,我校留学生的最高学历培养层次已经从本科提高到了博士研究生。然而,2020年一场全球性的新冠疫情扰乱了人们原有的生活节奏,也限制了国外学生来华留学。在这场没有硝烟的战争中,在中国共产党的正确领导下,全国上下一心抗击新冠病毒,使得我国的疫情很快得到了有效的控制,在常态防控下人们恢复了正常的生活。针对来华留学生的教学问题,结合2020年1月29日教育部发出“停课不停学”的通知,以及辽宁省教育厅根据这一通知作出的指示,2020年3月我校第一时间推出了线上教学的实施方案,保证了留学生教学工作的正常开展[1]。目前,全球的疫情形式依然十分严峻,来华留学生们在短期内仍然无法返回学校进行学习,如何更好的实现线上授课教学内容、教学手段、教学方法的完善与创新,加强国内教师与国外学生的沟通与交流,加强学生对课程内容的理解,这是目前留学生教育教学的研究重点。本文以沈阳航空航天大学航空工程专业留学生塑性理论课程为例,对该课程的特点、教学现状、存在的问题进行了详细的分析,从教学内容、教学方法和考核方式等方面提出了改革的建议。

## 2. 塑性理论课程的特点

塑性理论是面向飞行器制造工程、工程力学、机械工程等专业的一门重要的专业基础课,该课程的理论性和工程应用性都很强,是分析和解决许多实际工程技术问题的基础和依据。塑性理论课程本身具有公式繁多、概念抽象、推导过程复杂的特点,对学生的数学和力学知识要求较高,是目前各学校公认的难学、难教的基础专业课程,线上教学更增加了教师教学的难度[2]。

## 3. 留学生塑性理论课程的教学现状

### 1) 学情分析及教材选取

塑性理论是我校航空工程专业留学生的专业基础课,该课程由我校飞行器制造工程专业教师授课。

塑性理论课程的授课对象为本科三年级留学生，主要来自于孟加拉国、尼日利亚、肯尼亚、津巴布韦等国家，学生的中文基础、数学基础和力学基础都比较差，因此课程采用全英文讲授。课程教材选用由 J. Chakrabarty 编写的《Theory of Plasticity》，教学中使用的 PPT 等教学材料也为全英文，全英文教材和教学材料的使用能够使学生更容易理解课程内容。在以往教学过程中，学生容易出现只会公式推导，并不能清楚了解塑性力学在工程中的应用，不能应用学过的理论知识解决实际工程问题，使课堂所学知识与实际操作脱节；感觉课程内容困难且枯燥，无法理解抽象的力学知识，降低了学习的主动性，失去了学习兴趣。

### 2) 教学内容和方式

塑性理论课程理论学时为 48 学时，教学内容包括金属塑性成形技术简介、应力分析、应变分析、应力应变关系、屈服准则、工程解析法等。课程主要介绍金属塑性成形及其分类；重点论述金属塑性变形时的力学基础理论，阐明应力状态、应变状态、应力应变关系、屈服准则和本构关系等塑性理论基础知识。在理论知识学习的基础上，介绍解决金属塑性成形问题的工程解析法的基本原理和应用。本课程理论体系严密，逻辑性强，有广阔的工程应用背景，对培养学生的辩证思维能力，引导学生树立理论联系实际的科学观点，有着重要的作用。

传统的塑性理论课程采取线下教学的模式，在线下教学过程中教师和学生能够充分地交流，但是仍存在对线上教学资源利用不充分的情况，学生只能根据课本内容进行课前知识预习和课后巩固复习。受新冠疫情的影响，目前我校塑性理论课程主要以线上教学为主，教师可以利用“钉钉”网络平台进行线上课程教学、作业发布、课堂点名等教学环节，线上教学能够加强对网络资源的应用，但是不利于教师与学生的互动交流，降低了学生在课堂学习的主动性，针对线上教学存在的问题，仍需进一步解决。

### 3) 成绩评定方式

在我校航空工程专业的本科生培养计划中，塑性理论课程为考试课，考试方式为闭卷考试。课程成绩由期末考试卷面成绩与平时成绩构成。平时成绩的给定依据包含了习题作业、课堂表现、出勤等，建立了全方面的综合评价模式。

## 4. 留学生塑性理论课程线上教学存在的问题

目前，留学生线上教学主要存在以下问题：

### 1) 跨区域时差问题

受新冠疫情的影响，目前来华留学生无法正常返校，只能分散在世界各地通过线上课程学习。以我校留学生为例，我校留学生主要来自于“一带一路”沿线国家，与中国均有不同的时差。例如：肯尼亚与中国相差 5 个小时，津巴布韦与中国相差 6 个小时，尼日利亚与中国相差 7 个小时。尽管在排课时已经尽量考虑时差问题，但是由于学生来自于不同国家，因此无法照顾到所有学生，这就导致一些留学生反映上课时间处于他们国家的凌晨，由此导致这些学生无法正常上课。此外，时差问题还会导致学生记错时间，从而引发学生未能准时上课、作业提交延时等问题。对于一些学习主动性较差的学生，还会以时差问题为借口，经常性的不按时上课和提交作业，导致教师无法正确的评定学生的平时表现。

### 2) 网络设备问题

线上授课的两个必要条件就是通畅的网络和电子设备。来华留学生群体来自于全世界各地，但是主要以孟加拉国、尼日利亚、肯尼亚、印度、南非等国家为主，这些国家的经济相对比较落后，网络建设情况也不甚完善。另外，线上学习所必需的网络和电脑、手机、平板等电子设备也非家庭必需品。为了正常参加线上课程，部分学生必须寻找有网络的地方进行线上课程的学习。即使学生家中具备线上学习的条件和设备，但是非洲等国家的网络速度普遍比较慢，存在网络信号延迟或卡顿的现象。这些问题都

严重影响线上教学的开展和实施,甚至导致一些学生根本无法参与线上课程的学习[3]。

### 3) 线上师生互动问题

在线下授课过程中,教师可以通过提问、观察等方式了解得学生的学习状态,从而对学生难以理解的知识进行重点解答,及时的调整教学进度和方法。而在线上授课中,师生互动主要以教师发送弹幕或者随机连线的方式进行,这实际是一种单方面的交流方式,学生对于无法理解的知识,只能在教学平台留言等待教师的回答。而由于网络延时等问题,会导致教师有时无法第一时间获取学生的反馈,使得师生间的互动不顺畅、不及时。同时,过多的弹幕和留言也会分散学生或者教师的注意力[4]。在线上教学过程中,教师无法直接观察每个学生的学习状态,一些自律能力差的学生只是将直播打开,实际却在做其他事情,这也是影响教学质量的一个重要因素。此外,教师只能通过学生在线上回答问题的水平和作业来判断学生的学习情况,看不到学生的反应也无法获知学生的学习状态,也会影响教师的授课积极性。

### 4) 留学生学习基础薄弱问题

来华留学生来自世界各地,我校留学生主要以非洲和亚洲等国家为主,这些国家地区的教育水平相对落后,与国内学生相比,绝大多数留学生的知识水平和学习基础比较薄弱,尤其是在数学和物理方面。塑性理论课程本身理论性较强,课程中存在大量的理论推导和数值计算,这就要求学生具有扎实的高等数学、线性代数、材料力学基础。留学生薄弱的基础知识,使得他们在学习该课程时比较吃力,对抽象的力学知识无法理解[5]。教师在授课过程中需要对重点知识反复讲解,甚至一些不属于该课程的数学知识也需要讲解,这就导致教学内容很难按照原计划的教学日历进行,甚至有时需要补充课程的教学学时。

### 5) 教学内容枯燥,缺乏工程实例

塑性理论课程本身具有公式繁多、概念抽象、推导过程复杂的特点,对学生的数学和力学知识要求较高,学生普遍反馈该课程是比较难学的专业基础课程之一。根据教学要求不同和学时限制,在传统教学安排上主要依托课本重点介绍塑性力学的研究理论和基本方法,而对塑性力学应用的工程实际问题涉及较少,课程中缺乏教学案例的分析,导致学生只会公式推导,并不能清楚了解塑性力学在工程中的应用,不能将学过的理论知识与实际案例结合。这种教学模式易造成课堂所学知识与实际操作脱节,学生无法准确完成实际工程应用中的设计工作,更不用提在物体塑性变形方面的深入创新研究等。此外,教学内容主要以文字和图片的形式讲授,缺乏可视化的视频教学。而视频会给人以直观的感受,有利于学生对知识的理解[6][7]。根据调查显示,目前在各高校开设的塑性力学课程的教学普遍存在内容抽象晦涩、缺乏实际工程案例、缺乏可视化教学材料等问题。

由于以上各种问题的限制和影响,线上教学内容的组织、教学方法的应用、考试考核的实施以及教学管理方式等,都面临新的问题和挑战。

## 5. 留学生塑性理论课程的教学改革思路

综上所述,塑性理论课程内容较为抽象繁复,教学难度大,为了使學生更好的理解课程的内容,学会使用塑性力学知识解决实际工程问题,培养学生理论联系实际的能力,本课程通过增加工程实践案例、塑性加工技术虚拟仿真视频,优化线上互动方式,调整过程考核方式等进行教学改革,以期解决塑性理论课程线上教学中存在的问题。

### 1) 增加工程实践教学案例,使理论与实践紧密结合

在教学过程中,要始终突出航空工程专业背景,教学内容要强化塑性理论课程的专业特色。为了使學生明确学习该课程的专业目的性,在教学过程中增加钣金成形工程实际案例分析。通过讲授如何使用理论知识解决航空工程中遇到的实际问题,让学生切实地体会到塑性理论课程内容对航空工程专业知识学习的重要性,并且培养学生理论联系实际的能力。同时,塑性理论课程是后续钣金成形原理与工艺课



程的基础,该课程的学习能够提升学生后续航空工程专业课程学习的连贯性。例如,在讲授工程法时,首先介绍压力加工选择成形设备的原则,然后引出变形力的计算方法。从专业应用角度出发,使学生认识到塑性力学知识并非空中楼阁,而是可以真实指导解决实际航空工程问题。将塑性力学理论知识在航天器、航空器、大飞机、高铁等国家重器中核心关键构件成形以及使役性能评价等方面的应用作为案例教学,引导学生掌握并运用塑性力学课程知识制订关键构件成型工艺路线以及评价使役性能,做到学有所用。

### 2) 增加塑性加工技术虚拟仿真视频,使抽象的知识可视化

有限元模拟技术利用数学近似的方法对真实几何和载荷工况进行模拟,因此利用有限元分析软件可以对塑性成形相关的工程实际问题进行模拟仿真。有限元模拟的仿真结果可以通过彩色云图、仿真视频等形式输出,生动地展示出塑性成形过程中应力、应变、厚度等变化特性。通过改变不同加载参数,还可以得出不同加载条件下的应力分布、应变分布和厚度分布等。在教学过程中,有限元仿真云图和视频的添加可以使抽象的力学知识点具体化、可视化,使原本枯燥的教学内容变得生动有趣。例如讲解弯曲、拉深、旋压等塑性成形技术时,利用数值模拟结果可以生动地显示出塑性加工过程中应力、应变和厚度等参数变化,可视化的图片和视频使得学生更容易理解抽象的知识点,能够增强学生对塑性变形理论知识和工程案例的感性认识。在以往教学中发现,留学生对视频教学比较感兴趣,因此在线上教学中可以增加与塑性成形技术相关的视频内容,更加生动形象地使学生了解塑性成形技术是如何进行航空结构件制造的。此外,将有限元仿真技术与网络教学平台相结合,建立有限元仿真视频数据库。通过该数据库学生可以获得更多与塑性成形相关的有限元分析结果,这对学生后续毕业设计地开展打下一定基础。

### 3) 优化线上教学互动方式

对于线上授课过程中出现的互动不顺畅等现象,制定合理的互动规则。在规则下,要求学生有序提问和交流,如每堂课预留10分钟讨论时间,在重点难点知识点讲解后,可以通过弹幕、视频或语音连线的方式进行提问与交流。同时,将课上交流拓展到课下,提高课下互动交流的时间和比例。建立微信群、钉钉群等网络平台,学生随时可以在群里进行提问,减少课上交流的混乱,将更多的时间用于线上授课。通过优化互动方式,进一步提高教学质量和效率。

### 4) 调整课程考核成绩比例

线上教学必须在规定时间内进行,各国地域不同时差和网络问题的客观存在,使得部分学生无法在规定时间内上课。基于这种情况,允许学生采取课程视频回放的模式进行学习。但在此过程中,发现部分学生假借时差和网络问题不进行视频学习和作业提交,因此应强化学习纪律的执行。教师应规定在指定的时间范围内进行视频回放,增加平时成绩所占比例,对缺课和作业延迟提交等问题在学习纪律上警示,在平时成绩上有所体现。塑性理论课程总成绩由平时成绩和期末考试成绩组成。平时成绩由出勤和作业组成,出勤占10%,作业占20%。为增强学生学习的主动性,将平时成绩提高至40%,采用反转教学的方式,安排学生对知识点进行自学并采用手机进行录制讲解,该部分占平时成绩的10%。

## 6. 结语

塑性理论是我校航空工程专业留学生一门重要的专业基础课程,该课程在专业学习中起到承上启下的作用。受新冠疫情的影响,来华留学生课程主要以线上授课为主。由于塑性理论本身具有公式繁多、概念抽象、推导过程复杂的特点,线上授课过程中还存在时差、网络延迟、师生互动困难以及留学生专业基础薄弱等问题,这都对塑性理论课程教学提出了新的要求和挑战。针对以上问题,沈阳航空航天大学塑性理论教学团队对航空工程专业留学生的塑性理论课程进行了教学改革。本文提出了塑性理论课程教学改革的基本思路,从教学内容、教学方式、考核方式等方面给出了一系列建议。通过增加工程实践

案例、塑性加工技术虚拟仿真视频, 优化线上互动方式, 调整过程考核方式等进行教学改革, 以期解决塑性理论课程线上教学中存在的问题, 培养出合格的航空领域专业型人才。

## 基金项目

沈阳航空航天大学本科教学改革研究项目(JG2022128); 国家自然科学基金青年基金项目(52001217); 辽宁省博士科研启动基金计划项目(2021-BS-195); 沈阳航空航天大学航空制造工艺数字化国防重点学科实验室开放基金(SHSYS 202005)。

## 参考文献

- [1] 王晶晶, 刘佳, 刘祯. 全球新冠疫情背景下临床医学专业英语授课留学生线上教学的分析与思考[J]. 医学教育管理, 2021, 7(5): 545-549.
- [2] 周宏伟. 力学教育的前世今生[J]. 力学与实践, 2015, 37(1): 113-116.
- [3] 杨璐. 浅谈来华留学生线上教学存在的问题[J]. 财富时代, 2020(12): 153-154.
- [4] 李冲, 钟伟, 方记文. 疫情影响下机电专业留学生线上教学问题及对策[J]. 科技与创新, 2021(16): 144-146.
- [5] 张皓, 王艳. 留学生全英文理论力学课程教学探索与实践[J]. 教育观察, 2021, 10(37): 31-33.
- [6] 胥国祥, 胡庆贤, 刘彬, 刘川, 蒲娟, 王俭辛, 朱杰. 面向焊接专业特点的弹塑性力学课程教学改革[J]. 教育现代化, 2019(59): 39-42.
- [7] 王宏伟, 谢丽丽, 周宏伟, 黎立云, 祝捷. 交互式和可视化的弹塑性力学教学方法探讨与实践[J]. 2018, 40(6): 687-692.